
	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 1 de 27

CONTENIDO


1	OBJETIVO	3
2	DESTINATARIOS	3
3	GLOSARIO	3
4	REFERENCIAS	7
5	GENERALIDADES	8
6	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO	11
7	DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES.....	13
7.1	ETAPA 1. RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA	13
7.1.1	Verificar el estado de la balanza	13
7.2	ETAPA 2. PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR	14
7.2.1	Climatizar los patrones de trabajo (pesas)	14
7.2.2	Tomar datos y tarar la balanza	14
7.3	ETAPA 3. CALIBRAR LA BALANZA	14
7.3.1	Realizar prueba de excentricidad	14
7.3.2	Realizar prueba de repetibilidad	15
7.3.3	Realizar prueba de error de indicación	16
7.3.4	Estabilizar la balanza.....	16
7.4	ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS	16
7.4.1	Calcular, analizar los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.....	17
-	Calcular la diferencia de excentricidad.....	17

Elaborado por: Nombre: Arcesio Velandia Carreño- Yenny Astrid Hernández Gómez Cargo: Profesional Universitario - Contratista Dirección de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Revisado y Aprobado por: Nombre: Alejandro Giraldo López- Ana Maria Prieto Rangel Cargo: Superintendente Delegado para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal- Directora de Investigaciones para el Control y Vigilancia de Reglamentos técnicos y Metrología Legal	Aprobación Metodológica por: Nombre: Giselle Johanna Castelblanco Muñoz Cargo: Representante de la Dirección para el Sistema de Gestión de Calidad Fecha: 2018-06-22
--	--	--

Cualquier copia impresa, electrónica o de reproducción de este documento sin la marca de agua o el sello de control de documentos, se constituye en copia no controlada.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS</p>	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 2 de 27

-	Determinar el promedio de las cargas de las indicaciones	17
-	Hallar la desviación estándar para las cargas de indicación	17
-	Seleccionar la máxima desviación estándar de las indicaciones	18
-	Calcular el error de indicación	18
-	Hallar la incertidumbre estándar de la indicación	18
-	Calcular la contribución de la incertidumbre por excentricidad	18
-	Calcular la contribución de la incertidumbre por repetibilidad	18
-	Calcular la contribución de la incertidumbre por la resolución en cero	19
-	Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación	19
-	Hallar la incertidumbre estándar de la masa de referencia	19
-	Hallar la contribución de la incertidumbre por pesas patrón	19
-	Hallar la contribución de la incertidumbre por empuje	19
-	Calcular la contribución de la incertidumbre por deriva	20
-	Hallar la incertidumbre estándar del error	20
-	Determinar la distribución de cada una de las contribuciones	20
-	Hallar el factor de cobertura	20
-	Hallar la incertidumbre expandida	21
-	Hallar la ecuación de la curva característica	21
7.4.2	Generar los resultados finales	21
7.5	ETAPA 5. ENTREGAR LA BALANZA CALIBRADA	21
7.6	ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	22
7.6.1	Elaborar certificado de calibración de balanzas	22
7.6.2	Revisar certificado de calibración	22
7.6.3	Entregar el certificado de calibración y aplicar la encuesta de satisfacción	23
8	DOCUMENTOS RELACIONADOS	24
9	ANEXOS	24
10	RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN	24
11	ANEXO 1	25
12	ANEXO 2	26
13	ANEXO 3	27

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 3 de 27

1 OBJETIVO

Establecer la metodología empleada para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático, y las técnicas de cálculo para estimar la incertidumbre del error de indicación de las balanzas utilizando lo definido en la SIM MW G7/cg-01/v.00 para los usuarios de las alcaldías, casas y rutas del consumidor

2 DESTINATARIOS

Servidores públicos y contratistas (metrólogo) que hagan parte del laboratorio de masa (balanza).

3 GLOSARIO

La terminología empleada en este documento está basada principalmente en los siguientes documentos: en el vocabulario internacional de metrología VIM 3ª edición 2012, SIM MW G7/cg-01/v.00, traducción del documento EURAMET/ cg-18-v.02, además de las siguientes definiciones:

AJUSTE (de un instrumento de medida): Operación destinada a llevar un instrumento de medida a un estado de funcionamiento conveniente para su utilización.


CALIBRACIÓN: conjunto de operaciones que establecen, en condiciones especificadas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida o un sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes de esa magnitud realizados por patrones.

CONDICIÓN DE REPRODUCIBILIDAD DE UNA MEDICIÓN: condición de medición, dentro de un conjunto de condiciones que incluye diferentes lugares, operadores, sistemas de medida y mediciones repetidas de los mismos objetos u objetos similares.

Nota 1: Los diferentes sistemas de medición pueden utilizar diferentes procedimientos de medida.

Nota 2: En la práctica, conviene que toda especificación relativa a las condiciones incluya las condiciones que varían y las que no.

CORRECCIÓN: valor sumado algebraicamente al resultado sin corregir de una

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 4 de 27

medición para compensar un error sistemático.

Nota 3: La corrección es igual al opuesto del error sistemático estimado. Puesto que el error sistemático no puede conocerse perfectamente y la compensación no puede ser completa.

CURVA DE CALIBRACIÓN: expresión de la relación entre una indicación y el valor medido correspondiente.

Nota 4: Una curva de calibración expresa una relación biunívoca, que no proporciona un resultado de medida, ya que no contiene información alguna sobre la incertidumbre de medida.

DENSIDAD DE LAS PESAS PATRÓN: si la densidad ρ de una pesa patrón, y su incertidumbre estándar $u(\rho)$ no son valores conocidos, se pueden usar los siguientes valores (material: acero inoxidable, densidad: 7950 kg m^{-3} e incertidumbre $\pm 140 \text{ kg m}^{-3}$) para pesas de las clases E2 a M2 de la OIML (tomado de la tabla B7).

DISPOSITIVO DE PUESTA A CERO: Dispositivo que permite poner a cero la indicación, cuando no hay carga sobre el dispositivo receptor de carga.

DISPOSITIVO RECEPTOR DE CARGA: Parte del instrumento destinada a recibir la carga.


DISPOSITIVO DE CARGA: Dispositivo que permite poner a cero la indicación cuando una carga está situada sobre el dispositivo receptor de carga

- sin alterar el rango de pesaje para cargas netas (dispositivo aditivo de tara), o
- reduciendo el rango de pesaje para cargas netas (dispositivo sustractivo de tara).

Nota 5: Para la mayoría de los equipos actuales de funcionamiento no automático digitales, el dispositivo de cero es el mismo dispositivo de tara y generalmente es un dispositivo de tara sustractivo.

DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN-e: valor, expresado en unidades de masa, utilizado para la clasificación y verificación de un instrumento.

ERROR DE INDICACION: consiste en estimar el desempeño del instrumento en el alcance total de la medición, mediante esta prueba se verifica todo el intervalo de medición de la indicación del instrumento, sea acorde con la carga aplicada dentro de los límites especificados por el fabricante.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 5 de 27

ERROR MÁXIMO PERMITIDO: valor extremo del error de medida, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medida dado.

Nota 6: En general, los términos «errores máximos permitidos» o «límites de error» se utilizan cuando existen dos valores extremos.

EXACTITUD DE MEDIDA: la exactitud de medida se interpreta a veces como la proximidad entre los valores medidos atribuidos al mensurando.

FACTOR DE COBERTURA: número mayor que uno por el que se multiplica una incertidumbre típica combinada para obtener una incertidumbre expandida

INDICADOR: dispositivo electrónico de un instrumento que puede realizar la conversión analógica a digital de la señal de salida de la celda de carga, y que procesa aún más los datos y visualiza el resultado de pesaje en unidades de masa.

INDICACIÓN DIGITAL: indicación en la cual los marcas de la escala están compuestos de una secuencia de cifras alineadas que no permiten la interpolación en fracciones de la división de escala.

INSTRUMENTO DE PESAJE: Instrumento de medición que sirve para determinar la masa de un cuerpo utilizando la acción de la gravedad sobre este cuerpo.

INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO: Instrumento que requiere la intervención de un operador durante el proceso de pesaje para decidir si el resultado de pesaje es aceptable.


INTERVALO: el término «intervalo» y el símbolo $[a; b]$ se utilizan para representar el conjunto de los números reales x tales que $a \leq x \leq b$, donde a y $b > a$ son números reales. El término «intervalo» es utilizado aquí para «intervalo cerrado». Los símbolos a y b indican los extremos del intervalo $[a; b]$.

LUGAR DE CALIBRACIÓN: la calibración se realiza normalmente en el lugar donde se usa el instrumento para pesar.

MÉTODO DE MEDICIÓN: descripción genérica de la secuencia lógica de operaciones utilizadas en una medición.

METROLOGO: servidor público encargado de realizar las mediciones.

PUNTO DE CALIBRACIÓN: valor de carga en el que se comprueba el error de indicación del instrumento utilizando uno o varios patrones que sumen en masa

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS</p>	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 6 de 27

dicho valor de carga.

PRUEBA DE EXCENTRICIDAD: consiste en poner una carga de prueba L_{ESC} debería ser al menos de Máx. $1/3$, o como mínimo $Min' + (Máx.' + Mín.')$. Si están disponibles, se deberían considerar las indicaciones del fabricante y limitaciones evidentes debidas al diseño del instrumento.

PRUEBA DE REPETIBILIDAD: consiste en la colocación repetitiva de la misma carga en el receptor de carga, bajo condiciones idénticas de manejo de carga y del instrumento, y bajo las mismas condiciones de prueba, tanto como sea posible.

PRUEBA DE REPRODUCIBILIDAD: consiste en verificar los resultados de las calibraciones bajos las mismas condiciones, con los mismos instrumentos pero con diferente operador.

PRUEBA PARA LOS ERRORES DE INDICACIONES: esta prueba se realiza con $K_L \geq 5$ diferentes cargas de prueba $L_{D1} 1 \leq J \leq K_J$, distribuidas uniformemente sobre el alcance normal de medición ⁴ o sobre puntos de prueba individuales. El objetivo de esta prueba es una estimación del desempeño del instrumento en el alcance completo de la medición.

RECEPTOR DE CARGA: parte del instrumento destinado a recibir la carga.

REPETIBILIDAD: capacidad de un instrumento para proporcionar resultados que coincidan entre sí cuando se coloca la misma carga varias veces y de manera prácticamente idéntica en el receptor de carga en condiciones de ensayo razonablemente constantes.


RESOLUCIÓN DE UN DISPOSITIVO VISUALIZADOR: mínima diferencia entre indicaciones visualizadas, que puede percibirse de forma significativa.

RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA: es el servidor público encargado de autorizar los certificados de calibración y al personal clave para la realización de las calibraciones.

RESPONSABLE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS LABORATORIOS: es el servidor público encargado de diseñar, documentar, implementar y hacer seguimiento a todos los documentos propios del laboratorio así como los documentos definidos en el SIGI.

SESGO DE MEDIDA: valor estimado de un error sistemático

TRAZABILIDAD METROLÓGICA: propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 7 de 27

ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.

UNIDADES DE MEDIDA: las unidades de masa a utilizar en un instrumento son:

- kilogramo, kg;
- miligramo, mg;
- gramo, g; y
- tonelada, t.

Nota 7: Para la simbología se utiliza lo indicado en la Guía SIM MWG7/cg-01/v. 00 apéndice D: símbolos y términos.

4 REFERENCIAS


Jerarquía de la norma	Numero/ Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
SIM	SIM MW G7/cg-01/v.00	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.	Aplicación total	Calibración para balanzas de funcionamiento no automáticos
NTC - ISO/IEC	17025 de 2005	Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración	Aplicación total	Requisitos generales para la competencia del laboratorio de masa (pesas)
NTC	1848 de 2007	<i>Pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 y M3. Requisitos metrológicos y técnicos</i>	<i>estabilización térmica en horas tabla b.2. NTC 1848:2007</i>	<i>Selección de patrones para calibración de balanzas</i>
GUM	1ª edición 2008	Guía para estimar la incertidumbre de la medición	Aplicación total	Lineamientos para estimar incertidumbres

Jerarquía de la norma	Numero/ Fecha	Título	Artículo	Aplicación Específica
VIM	3ª edición 2012	Vocabulario intencional de metrología. Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados.	Aplicación total	Para sistemas de conceptos fundamentales y generales utilizados en metrología.


5 GENERALIDADES

Se busca conocer la exactitud del equipo en todo el intervalo de pesaje y la precisión, se realizan las siguientes pruebas: excentricidad, repetibilidad y error de indicación (exactitud). Esto para obtener información y poder estimar la incertidumbre de la medición.

- En la prueba de excentricidad la carga debe ser un tercio (1/3) de la capacidad máxima de la balanza.
- En la prueba de repetibilidad se realizarán 10 pesadas por cada carga (baja, media y alta).
- El resultado obtenido de la desviación estándar también se denomina incertidumbre tipo A.
- En la prueba de error de indicación (exactitud) el instrumento bajo calibración entre pesada y pesada NO se debe dejar llegar a cero.
- La balanza se utiliza para medir la masa de un cuerpo o el peso de los mismos, dado que entre masa y peso existe una relación definida.
- En la calibración de una balanza se toma una o varias pesas patrón de las cuales se conoce su masa, al hacer una pesada, la balanza proporciona un valor de masa; la diferencia entre el valor de masa dado por la balanza y el valor conocido de las pesas patrón proporciona un error.
- El resultado de una calibración permite atribuir a las indicaciones los valores correspondientes del mensurando o bien determinar las correcciones a aplicar en las indicaciones.
- Una calibración puede también servir para determinar otras propiedades metrológicas tales como los efectos de las magnitudes de influencia.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05 Versión: 3 Página 9 de 27
---	---	--

- Los resultados de una calibración pueden consignarse en un documento denominado, a veces, certificado de calibración o informe de calibración.
- la estimación de la incertidumbre de la medición a ser atribuida a los resultados.
- Para la calibración de las balanzas es necesario contar con los equipos patrones y auxiliares adecuados, previo a hacer la calibración.
- Para la calibración de balanzas las unidades usadas son las del Sistema Internacional de Unidades.
- Bajo ninguna razón el servidor público o contratista (metrólogo) realizará actividades de reparación y ajuste a las balanzas.
- Las pruebas normalmente se realizan para determinar, aplicación de excentricidad de carga, repetibilidad de las indicaciones y errores de las indicaciones.
- Mediante un certificado, emitir y generar resultados del a calibración.
- Antes de realizar la calibración se debe tener en cuenta lo siguiente:
 - Se deben emplear patrones de masa trazables al SI, que cumplan con las especificaciones de **la NTC 1848:2007**, acordes con la clase de la balanza y que permitan realizar mediciones homogéneamente distribuidas a lo largo del rango de pesaje. Las pesas deberán estar convenientemente protegidas en sus cajas o estuches y con su certificado de calibración vigente.
 - Se usa el termo higrómetro, para la medida de la temperatura y la humedad para trabajos [in situ], de acuerdo a lo indicado en el apéndice A de la guía SIM MW G7/cg-01/v.00. Los equipos deberán estar con calibración vigente.
 - Si durante alguna de las pruebas se detectan (vibraciones, corrientes de aire, humedad, entre otras circunstancias), que puedan afectar los resultados de las mismas se suspende la calibración y se reiniciara cuando las condiciones se hallan superado.
 - Para limpiar la balanza, sólo se utilizan brochas de cerdas suaves de forma que se eliminen motas de polvo u otro material que haya quedado sobre la superficie, o con una gamuza seca que no deje pelusillas, restos de hilos etc.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 10 de 27


Solo en casos extremos se utilizará agua destilada o solución alcohol-éter al 50 % para la limpieza del receptor de carga la balanza y pesas de calibración.

- Las pinzas para manejar las pesas de calibración se procurará que no sean metálicas, o que las superficies que vayan a ir en contacto con las pesas estén protegidas.
- Guantes de hilo o algodón para evitar cualquier contacto de la piel con las pesas.
- La calibración de las balanzas se debe realizar en el sitio de trabajo y bajos las condiciones reales de operación.
- Se espera que el usuario haya situado la balanza en un lugar adecuado, libre de vibraciones y cualquier perturbación que pueda afectar tanto la instrumento como a la calidad de las mediciones. Si no es así, se informa que esto afectara la incertidumbre de medición.
- La balanza debe estar conectada a la red eléctrica y en posición de encendido el tiempo que recomiende el fabricante para su estabilización. En ausencia del manual del instrumento este tiempo es de 24 horas.
- Debe leerse el manual de instrucciones de la balanza si se dispone de él, y estar familiarizado con el uso de la balanza y sus opciones.
- La balanza, deberá encontrarse perfectamente identificada en lo que se refiere a marca, modelo y número de serie.
- Comprobar que funcionan todos los sistemas mecánicos eléctricos y ópticos de la balanza.
- Todas las áreas donde están las balanzas objeto de calibración se deben mantener limpias, evitando objetos y utensilios que no sean necesarias para su calibración.
- Tanto los patrones de masa utilizados como la propia balanza deberán permanecer en el laboratorio o recinto de calibración el tiempo necesario para su estabilización térmica. (Ver anexo 3).

6 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL PROCEDIMIENTO

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
1	RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA	Solicitud de calibración de equipos RT03-F08	En esta etapa se recibe el equipo a calibrar en situ y se verifica el estado del mismo a través de la lista de chequeo de recepción y entrega de equipos. Comprende la siguiente actividad: Verificar el estado de la balanza.	Responsable de dirección técnica y/o suplente	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09
2	PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR	Patrones de trabajo y balanza a calibrar	En esta esta etapa se procede a preparar los patrones de trabajo en el sitio donde se va a realizar la calibración. Comprende las siguientes actividades. -Climatizar los patrones de trabajo -Tomar datos y tarar la balanza	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	NA
3	CALIBRAR BALANZA	Patrones de trabajo y la balanza a calibrar Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 Con registro de datos	En esta etapa se inicia la calibración de la balanza. Comprende las siguientes actividades: - Realizar prueba de excentricidad - Realizar prueba de repetibilidad - Realizar prueba de error de indicación - Estabilizar la balanza	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 diligenciada
4	CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12. Con registro de datos	En esta etapa, una vez se termina de registrar los datos obtenidos de las calibraciones, se requiere analizar los datos registrados.	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 totalmente diligenciado

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
			Comprende las siguientes actividades: Calcular, analizar los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición. Generar los resultados finales Identificar la balanza calibrada		
5	ENTREGAR LA BALANZA CALIBRADA	Balanza calibrada Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Con registro de datos	En esta etapa se realiza la entrega al usuario de la balanza calibrada en el sitio en que se llevó a cabo, diligenciando la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09.	Servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 Totalmente diligenciada y firmada por las partes
7	ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 Totalmente diligenciada	En esta etapa se registran los resultados obtenidos de la calibración. Comprende las siguientes actividades: Elaborar certificado de calibración Revisar que el certificado de calibración cumpla con los criterios Entregar el certificado de calibración y aplicar encuesta de satisfacción.	Responsable de la Dirección técnica o Suplente	Certificado de calibración de balanzas RT03-F15 Histórico de calibración de balanzas RT03-F28 Lista de chequeo de certificados de calibración de balanzas RT03-F31 Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 13 de 27

No.	ETAPAS	ENTRADAS	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	RESPONSABLE	SALIDAS
					RT03-F07

7 DESCRIPCION DE ETAPAS Y ACTIVIDADES

7.1 ETAPA 1. RECEPCIONAR Y VERIFICAR EL ESTADO DE LA BALANZA

Los servidores públicos y/o contratistas de los laboratorios reciben la balanza en el sitio donde se va a calibrar teniendo en cuenta lo definido en el formato solicitud de calibración de equipos RT03-F08.

Nota 8: Para la recepción de los equipos el usuario diligencia con anterioridad la solicitud de calibración de equipos RT03-F08, la radican en los puntos de atención y la envían al correo labmetrologia@sic.gov.co, seguidamente el laboratorio programa la fecha de entrega del equipo por parte del usuario y la calibración del mismo y se le informa al usuario a través de una comunicación.

7.1.1 Verificar el estado de la balanza


Una vez se recibe la balanza, se verifica si el equipo es apto para calibrar, teniendo en cuenta lo definido en la lista de chequeo de recepción y entrega de equipos RT03-F09.

De acuerdo con la revisión el servidor público y/o contratista determina:

Si la balanza **No** cumple con las especificaciones o requisitos de calibración se procede a:

- Realizar la devolución de la balanza al usuario y se diligencia la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09 la cual es firmada por las partes.
- Elaborar comunicación al solicitante, junto con el informe de balanzas no aptas RT03-F18 el cual se radica y se envía por correo electrónico o según lo acordado con el usuario.

Si la balanza es **apta** se continúa con la etapa 2.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 14 de 27

7.2 ETAPA 2. PREPARAR LOS PATRONES DE TRABAJO Y LA BALANZA A CALIBRAR

En esta etapa el servidor público y/o contratista procede a preparar los patrones de trabajo en el sitio donde se va a realizar la calibración y para ello procede con las siguientes actividades:

7.2.1 Climatizar los patrones de trabajo (pesas)

Para iniciar con la calibración de la balanza los Servidores públicos deben climatizar las pesas patrón un día antes de iniciar con la calibración de la balanza con el fin de que éstas se encuentren en las condiciones ambientales requeridas por el sitio donde se realiza la actividad.

7.2.2 Tomar datos y tarar la balanza

Se registran los datos de la balanza a calibrar en la hoja de cálculo para la calibración de balanzas RT03-F12, se tara la balanza y se coloca 1/3 de la carga máxima permitida en el plato de la balanza para activar la celda de carga; antes del inicio de calibración, realizar mínimo tres pesadas con la misma pesa.

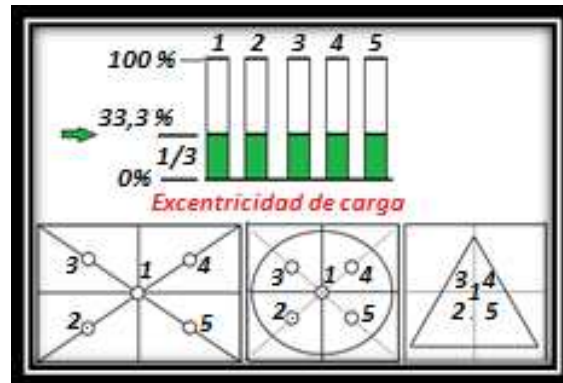
De la misma manera registrar la hora y lectura de las condiciones ambientales corregidas de: temperatura, humedad relativa y presión atmosférica, en la hoja de cálculo de balanzas RT03-F12.

7.3 ETAPA 3. CALIBRAR LA BALANZA

En esta etapa se inicia la calibración de la balanza y se realizan las siguientes actividades:

7.3.1 Realizar prueba de excentricidad

Realizar prueba de excentricidad colocando una carga de prueba en diferentes posiciones del receptor de carga, teniendo en cuenta que el centro de gravedad de la carga ocupe tanto como sea posible, las posiciones que se muestran en la grafica. Las diferentes posiciones se muestran en la siguiente gráfica, dependiendo de la forma del plato:



Las posiciones de carga para la prueba de excentricidad de acuerdo a la figura anterior son las siguientes:

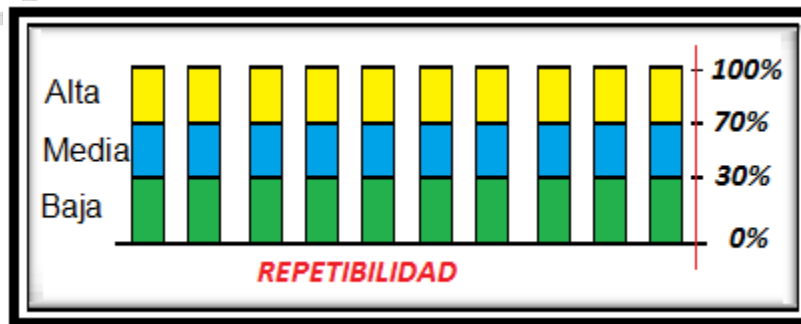
1. Centro
2. Frontal izquierda
3. Posterior izquierda
4. Posterior derecha
5. Frontal derecha

Esperar que se estabilice la balanza, y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura para cada indicación de la balanza

7.3.2 Realizar prueba de repetibilidad

Realizar prueba de repetibilidad colocando repetitivamente la misma carga en el receptor de carga, bajo condiciones idénticas de manejo de la carga y de la balanza, seleccionando las cargas: baja, media y alta de acuerdo a lo indicado por la balanza del usuario, la cual consiste en cuantificar la diferencia entre los resultados de varias pesadas de la misma carga.

Se aplica 10 veces y de forma prácticamente idéntica sobre el receptor de carga.



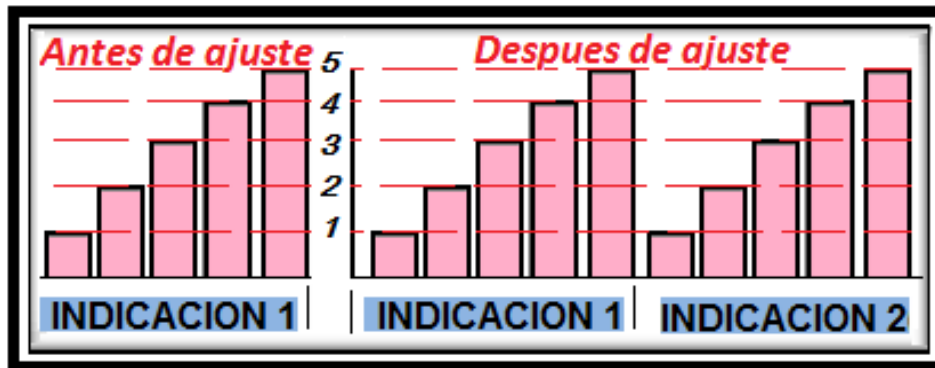
Esperar que se estabilice la balanza, y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura para cada indicación de la balanza.

7.3.3 Realizar prueba de error de indicación

Realizar prueba de error de indicación (exactitud), elegir cinco (5) puntos que abarquen todo el intervalo de medición homogéneamente espaciados entre la carga mínima y la carga máxima, realizar indicación 1 antes de ajuste y se ajusta la balanza. (a criterio del usuario), en el caso de que el usuario no ajuste la balanza se realizará una indicación más.

Después de ajustada la balanza se realizan dos indicaciones, en los cinco (5) puntos los cuales se pueden elegir con flexibilidad para que las cargas coincidan con valores nominales de las pesas patrón y/o con los puntos de mayor uso.

Nota 9: Los resultados de la indicación antes de ajuste y después de ajuste serán indicados en el certificado de calibración de balanzas RT03-F15




7.3.4 Estabilizar la balanza

Realizar aumentos continuos por pasos, con las cargas seleccionadas, reduciendo la cantidad de movimientos al colocar y quitar cargas del receptor (sin dejar llegar a cero la balanza)

Esperar que se estabilice la balanza, y una vez que se haya estabilizado se registra la lectura para cada indicación de la balanza.

7.4 ETAPA 4. CALCULAR Y ANALIZAR LOS DATOS REGISTRADOS

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 17 de 27

En esta etapa, una vez se termina de registrar los datos obtenidos de las calibraciones en la hoja de cálculo para calibración de balanzas se procede a realizar los cálculos y analizar los datos obtenidos, teniendo en cuenta las siguientes actividades:

7.4.1 Calcular, analizar los datos obtenidos de las pruebas y hallar la incertidumbre de medición.

Según los datos obtenidos de la realización de las calibraciones se realiza el cálculo y análisis de las siguientes pruebas:

- Prueba de excentricidad.
- Prueba de repetibilidad.
- Prueba de error de indicación (exactitud).
- Hallar la incertidumbre de medición

Para realizar el respectivo análisis, se calculan los siguientes datos a través de la hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12:

- Calcular la diferencia de excentricidad

Calcular la diferencia máxima de excentricidad según las indicaciones arrojadas de la prueba de excentricidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 6.3):

$$\Delta I_{ecc} = I_i - I_1$$

- Determinar el promedio de las cargas de las indicaciones

Determinar el promedio de las cargas de las indicaciones obtenidas en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 6.1-2):

$$\bar{I} = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{n}$$

- Hallar la desviación estándar para las cargas de indicación

Hallar la desviación estándar para las cargas de indicación obtenidas en la prueba de repetibilidad, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 6.1-1):

$$s(I) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{(n-1)}}$$

- Seleccionar la máxima desviación estándar de las indicaciones

Seleccionar la máxima desviación estándar de las indicaciones

- Calcular el error de indicación

Calcular el error de indicación (exactitud) según los resultados obtenidos para cada carga teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.1-1):

$$\Delta I = I - m_{ref}$$

$$\text{Donde } \Delta I = E_j$$

$$\text{Donde } E_j = I_j - (m_{Nj} + \delta m_{cj})$$

- Hallar la incertidumbre estándar de la indicación

Hallar la Incertidumbre estándar de la indicación mediante la siguiente formula (euramet/cg-18, numeral 7.1-1-1):

$$I = I_l + \delta I_{digL} + \delta I_{rep} + \delta I_{ecc} - I_0 - \delta I_{dig0}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por excentricidad


Calcular la contribución de la incertidumbre por excentricidad teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.1.1-10)

$$u(\delta I_{ecc}) = \frac{I |\Delta I_{ecc}|_{max}}{(2L_{ecc}\sqrt{3})}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por repetibilidad

Calcular la contribución de la incertidumbre por repetibilidad teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.1.1-6)

$$u(\delta I_{rep}) = s(I_j) / \sqrt{n}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 19 de 27

- Calcular la contribución de la incertidumbre por la resolución en cero

Calcular la contribución de la incertidumbre por la resolución en cero y en la indicación, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.4.1.2):

$$u(\delta I_{dig}) = \left[\frac{d}{2\sqrt{3}} \right] * \sqrt{2} = d/\sqrt{6}$$

- Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación

Calcular la contribución de la incertidumbre por indicación, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.4.2):

$$u^2(I) = \frac{d^2}{6} + s^2(I) + \hat{w}^2(\delta I_{ecc})I^2$$

- Hallar la incertidumbre estándar de la masa de referencia

Hallar la Incertidumbre estándar de la masa de referencia mediante la siguiente formula: (euramet/cg-18, numeral 7.1.2-1):

$$m_{ref} = m_N + \delta m_c + \delta m_B + \delta m_D$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por pesas patrón


Hallar la contribución de la incertidumbre por pesas patrón, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.1.2.2):

$$u(\delta m_c) = U/K$$

- Hallar la contribución de la incertidumbre por empuje

Hallar la contribución de la incertidumbre por empuje, teniendo en cuenta la siguiente fórmula: (euramet/cg-18, numeral 7.1.2.5a):

$$u(\delta m_B) = \frac{EMP}{4 * \sqrt{3}} = \frac{3U}{4 * \sqrt{3}}$$

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 20 de 27

- Calcular la contribución de la incertidumbre por deriva

Calcular la contribución de la incertidumbre por deriva, teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 7.1.2.11):

$$u(\delta m_D) = \frac{EMP}{3 * \sqrt{3}} = U/\sqrt{3}$$

- Hallar la incertidumbre estándar del error

Hallar la Incertidumbre estándar del error mediante la siguiente formula: (euramet/cg-18, numeral 7.1.2.11):

$$u^2(E) = u^2(I) + u^2(m_{ref})$$

- Determinar la distribución de cada una de las contribuciones

Determinar la distribución de cada una de las contribuciones de la influencia teniendo en cuenta el anexo 1. Tabla 1 Resumen Componentes de Incertidumbre del presente documento.


- Hallar los grados efectivos de libertad de error

Hallar los grados efectivos de libertad de error, teniendo en cuenta la incertidumbre por indicación con los factores de influencia de repetibilidad, resolución y excentricidad. Así mismo determinar los grados efectivos de libertad, teniendo en cuenta la incertidumbre por masa de referencia con los factores de influencia de pesas patrón, deriva y el empuje con la fórmula de *Welch-Satterthwaite* (Guía GUM, 1ª edición 2008, numeral (G.2b)):

$$v_{eff} = \frac{u_C^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}} \approx v_{eff(E)} = \frac{u_E^4}{\frac{u_I^4}{v_I} + \frac{u_{m_{ref}}^4}{v_{m_{ref}}}}$$

- Hallar el factor de cobertura

Hallar el Factor de cobertura con base en la tabla Guía GUM, 1ª edición 2008, tabla G.2: teniendo en cuenta los grados efectivos de libertad. Ver anexo 2.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 21 de 27

- Hallar la incertidumbre expandida

Hallar la Incertidumbre expandida empleando la siguiente formula.

$$U(E) = u(E) * k$$

- Hallar la ecuación de la curva característica

Hallar la ecuación de la curva característica del alcance de pesada teniendo en cuenta la siguiente fórmula (euramet/cg-18, numeral 6.2.2):

$$y = mx + b$$

Dónde:

y = la ecuación de la recta para cualquier punto

m = pendiente de la recta

b = intercepción con el eje y

x = valor de carga

7.4.2 Generar los resultados finales

Una vez obtenidos los cálculos mencionados anteriormente se procede a generar los resultados finales:

$$E(R) = f(R)$$

E (R)


U (E)

7.4.3 Identificar la balanza calibrada

El responsable de la dirección técnica identifica la balanza calibrada, a través de una estampilla, donde se menciona fecha de calibración y número de certificado, los cuales deben coincidir con el certificado emitido.

7.5 ETAPA 5. ENTREGAR LA BALANZA CALIBRADA

En esta etapa se realiza la entrega al usuario de la balanza calibrada en el sitio en que se llevó a cabo, verificando el estado de la misma dejando evidencia a través de la lista de chequeo para recepción y entrega de equipos RT03-F09, la cual está firmada por las partes.

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 22 de 27

7.6 ETAPA 6: ELABORAR, REVISAR Y ENTREGAR EL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS

En esta etapa se tienen en cuenta los cálculos y los análisis respectivos y se desarrollan las siguientes actividades:

7.6.1 Elaborar certificado de calibración de balanzas


Una vez se cuenta con todos los cálculos y los análisis respectivos se registran los datos en el certificado de calibración de balanzas RT03-F15 **por el responsable de la Dirección Técnica de los Laboratorios y/o suplente.**

7.6.2 Revisar certificado de calibración

Después de elaborado el certificado de calibración de balanzas, el responsable del sistema de gestión de los laboratorios revisa que el certificado de calibración cuente con los resultados de la incertidumbre conforme al modelo matemático descrito en la guía SIM MWG7/cg-01/v.02 para la calibración de instrumentos para pesar de funcionamiento no automático y con los datos de la hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12, registrando los datos en el histórico de calibraciones de balanzas RT03-F28

También se revisan los siguientes criterios que deben contener los certificados de calibración:

- Título (ejemplo: [Certificado de calibración])
- Información del cliente: Nombre, dirección del cliente, descripción del equipo calibrado y la identificación del ítem calibrado
- Descripción del equipo: se define la carga mínima y máxima, la división de escala y el escalón de verificación.
- Certificado No: Identificación única del certificado de calibración y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, la identificación del certificado es LCB-XXX:
LCB: L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración y B hace referencia a la sigla del instrumento (balanzas) bajo calibración.
XXX: número del certificado, consecutivo que inicia desde 001
- Resultados del examen físico: condición del ítem calibrado
- **Código Interno: LCV-XXX-XX, hace referencia a: LCB, L hace referencia al laboratorio, C hace referencia a Calibración, B hace referencia a la sigla del instrumento (balanza) bajo calibración**
XXX: Número consecutivo correspondiente a la solicitud en orden de radicación.
XX: Año correspondiente en el que llega el equipo
- .

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 23 de 27

- Método de calibración utilizado: Identificación del método utilizado
- Procedimiento de calibración: Se menciona el procedimiento utilizado
- Lugar de calibración y dirección: Nombre y dirección, si fuera diferente de la dirección del laboratorio.
- Condiciones ambientales: Se registra la temperatura, humedad relativa % y presión atmosférica hPa del sitio y momento de calibración
- Trazabilidad del patrón que usó en la calibración (**trazables al Sistema Internacional de Unidades**): clase, N° del certificado de calibración y fecha
- Fecha de recepción del ítem a calibrar
- Resultado de medición: resultado de calibración con sus unidades de medida
- Modelo matemático
- Incertidumbre expandida de los errores
- Incertidumbre de la medición
- Observaciones
- Resultados antes de ajuste
- Nombre, cargo y firma de los servidores públicos que autorizan el informe de calibración: el responsable de la Dirección técnica o su suplente son los encargados de revisar y autorizar a través de su respectiva firma para la emisión del certificado, de igual manera debe contener el nombre y firma del servidor público (metrólogo) que realiza la calibración con su respectiva firma.
- Fecha de elaboración del certificado
- Fin de este documento

La revisión de los certificados se evidencia a través de la aplicación del listado de chequeo de certificados de calibración de balanzas RT03-F31.


En caso de que los datos revisados no estén conformes, se informa al responsable de la calibración para que haga su respectiva revisión y ajuste.

Realizada la revisión de los certificados, se bloquea la hoja de cálculo para calibración de balanzas RT03-F12 y el certificado de calibración de balanzas RT03-F15.

7.6.3 Entregar el certificado de calibración y aplicar la encuesta de satisfacción

El responsable de la Dirección Técnica entrega el certificado de calibración según lo acordado con el usuario y envía por correo electrónico la encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración RT03-F07.

Así mismo, el responsable del Sistema de Gestión de los laboratorios de masa y volumen es el encargado de realizar seguimiento a la encuesta de satisfacción y

	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS	Código: RT03-P05
		Versión: 3
		Página 24 de 27

trimestralmente recopilar los datos obtenidos de las mismas, con el fin de medir y analizar el indicador satisfacción del usuario, tomando las acciones necesarias.

8 DOCUMENTOS RELACIONADOS

RT03-F07	Encuesta de satisfacción de la prestación de los servicios de calibración
RT03-F08	Solicitud de calibración de equipos
RT03-F09	Lista de chequeo para recepción y entrega de equipos
RT03-F12	Hoja de cálculo para calibración de balanzas
RT03-F15	Certificado de calibración de balanzas
RT03-F18	Informe de balanzas no aptas
RT03-F28	Histórico de calibraciones de balanzas
RT03-F31	Listado de chequeo de certificados de calibración de balanzas

9 ANEXOS

- Anexo 1. Resumen hoja de cálculo con las componentes de incertidumbre.
Anexo 2. Evaluación de datos de medición Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida. JCGM 100: 2008. GUM 1995
Anexo 3. *Estabilización térmica en horas TABLA B.2 NTC 1848:2007*

10 RESUMEN CAMBIOS RESPECTO A LA ANTERIOR VERSIÓN

1. Inclusión último párrafo en el numeral 7.6.2
2. Inclusión texto **trazables al Sistema Internacional de Unidades**, en el numeral 7.6.2
3. Modificación del anexo 3.
4. Inclusión de la norma NTC 1848:2007 en el numeral 4.
5. Modificación de responsables

Fin documento

11 ANEXO 1
RESUMEN HOJA DE CÁLCULO CON LAS COMPONENTES DE
INCERTIDUMBRE

Magnitud X_i	Incertidumbre estándar $u(x_i)$	Distribución de probabilidad
l_j	$u(\delta l_{rep}) = s(l)$	normal
δl_d	$u(\delta l_d) = \frac{d}{(2\sqrt{3})} \sqrt{2}$	rectangular
δl_{ecc}	$u(\delta l_{ecc}) = \frac{ \Delta l_{ecc,i} _{\max} \cdot l}{2L_{ecc} \sqrt{3}}$	rectangular
m_N	$u(\delta m_c) = \frac{U}{k}$	normal
δm_B	$u(\delta m_B) = \frac{u(\delta m_c)}{4}$	rectangular
δm_D	$u(\delta m_D) = \frac{u(\delta m_c)}{3}$	rectangular
$u^2(E) = u^2(\delta l_d) + u^2(\delta l_{rep}) + u^2(\delta l_{ecc}) + u^2(\delta m_c) + u^2(\delta m_B) + u^2(\delta m_D)$		
$U(E) = k \cdot u(E)$		

Nota: La incertidumbre se expresa con un factor de cobertura de $k \approx 2$ con un nivel de confianza del 95%.

12 ANEXO 2

Tabla G.2: Valor de $t_p(v)$ de la distribución t, para v grados de libertad, que define un intervalo de $\pm t_p(v)$ a $+t_p(v)$, que comprende la fracción p de la distribución

Grados de libertad v	Fracción $p(\%)$					
	68,27 ^{a)}	90	90	95,45 ^{a)}	99	99,73 ^{a)}
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
∞	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

a) Para una magnitud z descrita por una distribución normal de esperanza matemática μz y desviación típica σ , el intervalo $\mu z \pm k\sigma$ comprende respectivamente las fracciones $p = 68,27\%$; $95,45\%$ y $99,73\%$ de la distribución, para los valores $k = 1, 2$ y 3 .

13 ANEXO 3. ESTABILIZACIÓN TÉRMICA EN HORAS
TABLA B.2. NTC 1848:2007

ΔT^*	Nominal value	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂
$\pm 20^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	79	5
	100, 200, 500 kg	-	70	33	4
	10, 20, 50 kg	45	27	12	3
	1, 2, 5 kg	18	12	6	2
	100, 200, 500 g	8	5	3	1
	10, 20, 50 g	2	2	1	1
	< 10 g	1			0,5
$\pm 5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	1
	100, 200, 500 kg	-	40	2	1
	10, 20, 50 kg	36	18	4	1
	1, 2, 5 kg	15	8	3	1
	100, 200, 500 g	6	4	2	0,5
	10, 20, 50 g	2	1	1	0,5
	< 10 g	0,5			

ΔT^*	Nominal value	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂
$\pm 2^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	1	0,5
	100, 200, 500 kg	-	16	1	0,5
	10, 20, 50 kg	27	10	1	0,5
	1, 2, 5 kg	12	5	1	0,5
	100, 200, 500 g	5	3	1	0,5
	< 100 g	2	1		0,5
$\pm 0,5^\circ\text{C}$	1000, 2000, 5000 kg	-	-	-	-
	100, 200, 500 kg	-	1	0,5	0,5
	10, 20, 50 kg	11	1	0,5	0,5
	1, 2, 5 kg	7	1	0,5	0,5
	100, 200, 500 g	3	1	0,5	0,5
	< 100 g	1	0,5		

ΔT^* : diferencia inicial entre la temperatura de la pesa y la del laboratorio.